

Docket No.: 50212-538

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Masakazu SHIGEHARA, et al.	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: September 22, 2003	:	Examiner: Unknown
	:	
For: GAIN EQUALIZER AND OPTICAL AMPLIFICATION APPARATUS	:	

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claims the priority of:

Japanese Patent Application No. 2002-276032, filed September 20, 2002

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Arthur J. Steiner
Registration No. 26,106

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 AJS:tlb
Facsimile: (202) 756-8087
Date: September 22, 2003

50212-538
SHIGEHARA et al.
September 22, 2003

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月20日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-276032

[ST.10/C]:

[JP2002-276032]

出 願 人

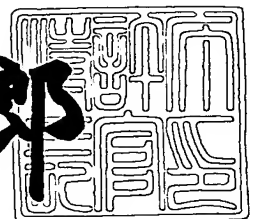
Applicant(s):

住友電気工業株式会社

2003年 4月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3030144

【書類名】 特許願

【整理番号】 102Y0447

【提出日】 平成14年 9月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 3/04

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会
社横浜製作所内

【氏名】 茂原 政一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会
社横浜製作所内

【氏名】 大村 真樹

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0106993

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 利得等化器および光増幅装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力した光のスペクトルを所定の波長範囲で平坦化して出力する利得等化器であって、

前記所定の波長範囲で前記光のスペクトルを平坦化する概略等化部と、

前記所定の波長範囲のうち前記概略等化部により所定値以下に平坦化できない波長範囲で前記光のスペクトルを平坦化する微調等化部と

を備え、

前記概略等化部は前記微調等化部と比較して付与損失が大きく反射が小さいフィルタで構成されている

ことを特徴とする利得等化器。

【請求項 2】 前記所定の波長範囲において前記概略等化部により平坦化したときの残差の周期が、前記微調等化部の透過率が -0.1 dB 以下である帯域の幅より広いことを特徴とする請求項 1 記載の利得等化器。

【請求項 3】 前記概略等化部が長周期グレーティング、スラント型グレーティング、誘電体多層膜フィルタおよびエタロンフィルタの何れかを含むことを特徴とする請求項 1 記載の利得等化器。

【請求項 4】 前記微調等化部がスラント型グレーティングおよびチャープ型グレーティングの何れかを含むことを特徴とする請求項 1 記載の利得等化器。

【請求項 5】 入力端に入力した所定の波長範囲内の信号光を光増幅して出力端から出力する光増幅装置であって、

前記所定の波長範囲内の信号光を光増幅して出力する光増幅器と、

前記光増幅器により光増幅された信号光のスペクトルを前記所定の波長範囲で平坦化して出力する請求項 1 記載の利得等化器と

を備えることを特徴とする光増幅装置。

【請求項 6】 前記入力端から前記出力端に向かう順方向のみに光を通過させる光アイソレータを前記光増幅器と前記利得等化器との間に備えることを特徴とする請求項 5 記載の光増幅装置。

【請求項 7】 前記入力端から前記出力端に向かって順に前記光増幅器、前記光アイソレータ、前記微調等化部および前記概略等化部が配置されていることを特徴とする請求項 6 記載の光増幅装置。

【請求項 8】 前記入力端から前記出力端に向かって順に前記光増幅器、前記概略等化部および前記微調等化部が配置されており、

前記入力端から前記出力端に向かう順方向のみに光を通過させる光アイソレータが前記光増幅器と前記利得等化器との間に設けられていない

ことを特徴とする請求項 5 記載の光増幅装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入力した光のスペクトルを所定の波長範囲で平坦化して出力する利得等化器、および、所定の波長範囲内の信号光を光増幅して出力する光増幅装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光増幅装置は、入力端に入力した信号光を光増幅して出力端から出力するものであり、例えば波長多重光通信システムにおいて用いられる。このような光増幅装置は、全体の利得スペクトルが所定の波長範囲において平坦であることが要求される。しかし、光増幅装置において一般に用いられる光増幅媒体（例えば Er 元素添加光ファイバ）の利得スペクトルは平坦ではない。

【0003】

そこで、光増幅装置は、この光増幅媒体の利得スペクトルと略同じ形状の損失スペクトルを有する利得等化器をも備えており、光増幅媒体の利得スペクトルと利得等化器の透過スペクトルとを総合した全体の利得スペクトルが所定の波長範囲において平坦とされる。この利得等化器としては、長周期グレーティング（例えば非特許文献 1 を参照）やスラント型グレーティング（例えば特許文献 1 および非特許文献 2 を参照）などのフィルタを含むものが用いられる。

【0004】

長周期グレーティングやスラント型グレーティングなどのフィルタの単体の透過スペクトルは、図 8 に示されるような形状を有している。図 8 は、フィルタ単体の透過スペクトルの 1 例を示す図である。図中で、フィルタ A の透過スペクトルは、透過率が -0.1 dB 以下である帯域の幅（これを本明細書では「最小帯域幅」と呼ぶ。）が 10 nm である。フィルタ B の透過スペクトルは、最小帯域幅が 6 nm である。一般に、利得等化器は、このような透過スペクトル形状であって最小透過率、最小透過率波長または最小帯域幅が異なる複数のフィルタが直列に接続されて構成される。図 9 は、利得等化器の透過スペクトルの 1 例を示す図である。この図には、利得等化器の目標の透過スペクトル、複数のフィルタを用いた場合の実際の透過スペクトル、および、目標の透過率と実際の透過率との誤差、が示されている。

【0005】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 8 2 2 3 5 号公報

【非特許文献 1】

Ashish M. Vengsarkar, et al., "Long-Period Fiber Gratings as Band-Rejection Filters", Journal of Lightwave Technology, Vol.14, No.1, pp.58-65 (1996)

【非特許文献 2】

Isabelle Riant, et al., "36 nm Amplifier Gain Equalizer Based on Slanted Bragg Grating Technology for Multichannel Transmission", Suboptic 2001, P4.3.10 (2001)

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、複数のフィルタを用いた場合の実際の利得等化器の利得等化特性は、用いられるフィルタの最小帯域幅や、利得等化しようとする信号光波長帯域の幅に依存する。図 10 は、フィルタの最小帯域幅、利得等化器における信号光波長帯域幅および利得等化残差の設計値の 1 例を纏めた図表である。信号光波長帯域幅が 40 nm である場合、フィルタの最小帯域幅が 10 nm であれば利得

等化残差は0.12 dBであり、フィルタの最小帯域幅が6 nmであれば利得等化残差は0.06 dBである。また、信号光波長帯域幅が30 nmである場合、フィルタの最小帯域幅が10 nmであれば利得等化残差は0.05 dBであり、フィルタの最小帯域幅が6 nmであれば利得等化残差は0.02 dBである。このように、フィルタの最小帯域幅が広いと、利得等化器の利得等化特性が悪い。良好な利得等化特性を有する利得等化器を実現するには、狭い最小帯域幅を有するフィルタを用いるのが好ましい。しかし、その一方で、フィルタの最小帯域幅が狭いと、最大損失が大きいフィルタを高精度に製造することが困難である。

【0007】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、良好な等化特性を有し製造容易な利得等化器、および、この利得等化器を含む光増幅装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る利得等化器は、入力した光のスペクトルを所定の波長範囲で平坦化して出力する利得等化器であって、所定の波長範囲で光のスペクトルを平坦化する概略等化部と、所定の波長範囲のうち概略等化部により所定値以下に平坦化できない波長範囲で光のスペクトルを平坦化する微調等化部とを備え、概略等化部は微調等化部と比較して付与損失が大きく反射が小さいフィルタで構成されていることを特徴とする。

【0009】

この利得等化器は、入力した光のスペクトルに対して、所定の波長範囲で概略等化部により概略的に平坦化し、所定の波長範囲のうち概略等化部により所定値以下に平坦化できない波長範囲で微調等化部により更に平坦化するので、良好な等化特性を有する。そして、この利得等化器は、概略等化部が微調等化部と比較して付与損失が大きく反射が小さいフィルタで構成されていることにより、良好な等化特性を有するものが容易に製造され得る。

【0010】

本発明に係る利得等化器は、所定の波長範囲において概略等化部により平坦化

したときの残差の周期が、微調等化部の透過率が -0.1 dB 以下である帯域の幅より広いのが好適である。この場合には、利得等化器は更に良好な等化特性を有し得る。

【0011】

本発明に係る利得等化器は、概略等化部が長周期グレーティング、スラント型グレーティング、誘電体多層膜フィルタおよびエタロンフィルタの何れかを含むのが好適である。また、微調等化部がスラント型グレーティングおよびチャープ型グレーティングの何れかを含むのが好適である。

【0012】

本発明に係る光増幅装置は、入力端に入力した所定の波長範囲内の信号光を光増幅して出力端から出力する光増幅装置であって、所定の波長範囲内の信号光を光増幅して出力する光増幅器と、光増幅器により光増幅された信号光のスペクトルを所定の波長範囲で平坦化して出力する上記の本発明に係る利得等化器とを備えることを特徴とする。

【0013】

この光増幅装置は、所定の波長範囲内の信号光を光増幅器により光増幅し、その光増幅された信号光のスペクトルを利得等化器により所定の波長範囲で平坦化して出力する。この光増幅装置の全体の利得スペクトルは、光増幅器の利得スペクトルと利得等化器の透過スペクトルとを総合したものであり、所定の波長範囲で平坦度が優れたものとなる。

【0014】

本発明に係る光増幅装置は、入力端から出力端に向かう順方向のみに光を通過させる光アイソレータを光増幅器と利得等化器との間に備えるのが好適であり、また、このとき、入力端から出力端に向かって順に光増幅器、光アイソレータ、微調等化部および概略等化部が配置されているのが好適である。また、本発明に係る光増幅装置は、入力端から出力端に向かって順に光増幅器、概略等化部および微調等化部が配置されており、入力端から出力端に向かう順方向のみに光を通過させる光アイソレータが光増幅器と利得等化器との間に設けられていないのが好適である。

【 0 0 1 5 】

【 発 明 の 実 施 の 形 態 】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【 0 0 1 6 】

図 1 は、本実施形態に係る利得等化器 1 0 の構成図である。この図に示される利得等化器 1 0 は、入力端 1 0 a に入力した光のスペクトルを所定の波長範囲で平坦化して出力端 1 0 b から出力するものであり、入力端 1 0 a と出力端 1 0 b との間に直列的に接続された概略等化部 1 1 および微調等化部 1 2 を備えている。概略等化部 1 1 および微調等化部 1 2 のうち何れが前段に設けられてもよい。

【 0 0 1 7 】

概略等化部 1 1 は、所定の波長範囲で光のスペクトルを概略的に平坦化する。この概略等化部 1 1 は微調等化部 1 2 と比較して付与損失が大きく反射が小さいフィルタ 1 1 1 ~ 1 1 3 で構成されており、これにより、利得等化器 1 0 全体からの光の反射が抑制される。また、概略等化部 1 1 に含まれる光フィルタ 1 1 1 ~ 1 1 3 それぞれは、長周期グレーティング、スラント型グレーティング、誘電体多層膜フィルタおよびエタロンフィルタの何れかであるのが好適である。

【 0 0 1 8 】

微調等化部 1 2 は、所定の波長範囲のうち概略等化部 1 1 により所定値以下に平坦化できない波長範囲で光のスペクトルを更に平坦化する。この微調等化部 1 2 は、最小帯域幅が狭いスラント型グレーティングおよびチャープ型グレーティングの何れかを 1 または複数含むのが好適である。

【 0 0 1 9 】

また、所定の波長範囲において概略等化部 1 1 により平坦化したときの残差の周期が、微調等化部 1 2 の最小帯域幅より広いのが好適である。このようにすることにより、微調等化部 1 2 による光スペクトルの更なる平坦化が容易となる。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、長周期グレーティングの構成図である。この図に示される長周期グレーティング 2 0 0 は、概略等化部 1 1 に含まれるフィルタとして好適に用いられ

得るものである。長周期グレーティング 2 0 0 は、コア領域 2 1 1 およびクラッド領域 2 1 2 を有する光ファイバ 2 1 0 の長手方向に沿った一定範囲において、屈折率変調による回折格子 2 1 3 がコア領域 2 1 1 に形成されたものである。長周期グレーティング 2 0 0 は、回折格子 2 1 3 の格子間隔が長く数百 μm であり、コア領域 2 1 1 を伝搬してきて回折格子 2 1 3 に到達した導波モード光のうち、クラッドモード光との間で位相整合条件を満たす波長の光に対して損失を付与する。

【 0 0 2 1 】

図 3 は、スラント型グレーティングの構成図である。この図に示されるスラント型グレーティング 3 0 0 は、概略等化部 1 1 または微調等化部 1 2 に含まれるフィルタとして好適に用いられ得るものである。スラント型グレーティング 3 0 0 は、コア領域 3 1 1 およびクラッド領域 3 1 2 を有する光ファイバ 3 1 0 の長手方向に沿った一定範囲において、屈折率変調による回折格子 3 1 3 がコア領域 3 1 1 に形成されたものである。スラント型グレーティング 3 0 0 は、回折格子 3 1 3 の格子間隔が狭く、回折格子 3 1 3 の格子面が光ファイバ 3 1 0 の光軸に対して傾斜している。スラント型グレーティング 3 0 0 は、コア領域 3 1 1 を伝搬してきて回折格子 3 1 3 に到達した導波モード光のうち、回折格子 3 1 3 におけるブラッグ条件を満たす波長より短波長側の光に対して損失を付与する。

【 0 0 2 2 】

図 4 は、チャープ型グレーティングの構成図である。この図に示されるチャープ型グレーティング 4 0 0 は、微調等化部 1 2 に含まれるフィルタとして好適に用いられ得るものである。チャープ型グレーティング 4 0 0 は、コア領域 4 1 1 およびクラッド領域 4 1 2 を有する光ファイバ 4 1 0 の長手方向に沿った一定範囲において、屈折率変調による回折格子 4 1 3 がコア領域 4 1 1 に形成されたものである。チャープ型グレーティング 4 0 0 は、回折格子 4 1 3 の格子間隔が狭く、回折格子 4 1 3 の格子間隔が長手方向に沿って次第に変化している。チャープ型グレーティング 4 0 0 は、コア領域 4 1 1 を伝搬してきて回折格子 4 1 3 に到達した導波モード光のうち、回折格子 4 1 3 の長手方向の各位置におけるブラッグ条件を満たす波長の光に対して損失を付与する。

【 0 0 2 3 】

図 5 は、本実施形態に係る利得等化器 1 0 の透過スペクトル等を示す図である。この図には、フィルタ 1 1 1 の透過率 T_{111} 、フィルタ 1 1 2 の透過率 T_{112} 、フィルタ 1 1 3 の透過率 T_{113} 、微調等化部 1 2 の透過率 T_{12} 、利得等化器 1 0 全体の実際の透過率 T_{10} 、利得等化器 1 0 全体の目標の透過率 T_{target} および誤差 $\Delta T (= T_{\text{target}} - T_{10})$ それぞれのスペクトルが示されている。なお、概略等化部 1 1 に含まれるフィルタ 1 1 1 ~ 1 1 3 それぞれが長周期グレーティングであるとし、微調等化部 1 2 がスラント型グレーティングであるとした。この図に示されるように、C バンド (1 5 3 0 nm ~ 1 5 6 5 nm) において、誤差 ΔT が - 0 . 0 2 dB ~ + 0 . 0 1 dB の範囲にあり、利得等化器 1 0 全体の実際の透過率 T_{10} は目標透過率 T_{target} とよく一致した。

【 0 0 2 4 】

本実施形態に係る利得等化器 1 0 は、付与損失が大きくても精度よく光スペクトルを等化することができ、また、最小帯域幅が広いものでも概略等化部 1 1 のフィルタとして使用することができる。概略等化部 1 1 により所定値以下に平坦化できない波長範囲で光のスペクトルを微調等化部 1 2 により更に平坦化するので、概略等化部 1 1 の等化精度は高くななくてもよく、それ故、利得等化器 1 0 が製造容易で安価なものとなる。最小帯域幅が狭いフィルタ単体で大きな損失を付与するよりも、そのようなフィルタを微調等化部 1 2 に使用の方が等化精度が向上する。また、スラント型グレーティングやチャープト型グレーティングは、他のタイプのフィルタと比較して最小帯域幅が狭いが反射率が大きいのので、付与損失が小さい微調等化部 1 2 として用いられることにより、利得等化器 1 0 全体の反射が小さくなる。

【 0 0 2 5 】

図 6 は、第 1 実施形態に係る光増幅装置 1 の構成図である。この図に示される光増幅装置 1 は、入力端 1 a に入力した所定の波長範囲内の信号光を光増幅して出力端 1 b から出力するものであり、入力端 1 a から出力端 1 b に向かって順に光増幅器 2 0、光アイソレータ 3 0、微調等化部 1 2 および概略等化部 1 1 を備えている。微調等化部 1 2 および概略等化部 1 1 は、本実施形態に係る等化部 1

0に含まれる。

【0026】

光増幅器20は、入力端1aに入力した所定の波長範囲内の信号光を光増幅して、その光増幅した信号光を光アイソレータ30へ出力する。光増幅器20は、光増幅用ファイバ21、光カップラ22および励起光源23を有している。光増幅用ファイバ21は、希土類元素（例えばEr元素）がコア領域に添加された光ファイバであり、その希土類元素を励起し得る波長の励起光が供給されることで、所定の波長範囲内の信号光を光増幅する。励起光源23は、光増幅用ファイバ21へ供給すべき励起光を出力する。光カップラ22は、励起光源23より出力された励起光を光増幅用ファイバ21へ出力するとともに、光増幅用ファイバ21により光増幅された信号光を光アイソレータ30へ出力する。光増幅用ファイバ21がEr元素添加光ファイバである場合には、励起光の波長は $0.98\mu\text{m}$ または $1.48\mu\text{m}$ であり、光増幅される信号光の波長域はCバンドである。

【0027】

光アイソレータ30は、光増幅器20と利得等化器10との間に設けられ、入力端1aから出力端1bに向かう順方向のみに光を通過させ、逆方向には光を通過させない。利得等化器10は、上述した本実施形態に係るものであり、光増幅器20により光増幅された後に光アイソレータ30を通過した信号光のスペクトルを所定の波長範囲で平坦化して、その信号光を出力端1bより出力する。

【0028】

この光増幅装置1では、入力端1aに入力した所定の波長範囲の信号光は、光増幅器20の光増幅用ファイバ21において光増幅された後に、光アイソレータ30を通過して、利得等化器10により利得等化される。この光増幅装置1全体の利得スペクトルは、光増幅器20の利得スペクトルと利得等化器10の透過スペクトルとを総合したものとなる。光増幅器20の利得スペクトルを目標として、利得等化器10の損失スペクトルが設計され、各フィルタの透過スペクトルが設計されて、これにより、光増幅装置1の全体の利得スペクトルは所定の波長範囲で平坦化される。

【0029】

光アイソレータ 3 0 から利得等化器 1 0 へ入射した光の一部は利得等化器 1 0 により反射される場合があり、その反射光は利得等化器 1 0 から光アイソレータ 3 0 へ向かう。もし、光アイソレータ 3 0 が設けられていないとすると、反射光は光増幅器 2 0 に入射して光増幅され、その光増幅された反射光は更に上流に向かって伝搬してき、信号光の伝送品質に悪影響を与える。しかし、第 1 実施形態では、光アイソレータ 3 0 が設けられていることにより、反射光が光アイソレータ 3 0 を通過して光増幅器 2 0 へ入射することは無いので、信号光の伝送品質が劣化することが無い。

【 0 0 3 0 】

また、本実施形態のように、利得等化器 1 0 において、反射率が比較的大きい微調等化部 1 2 を前段に配置し、反射率が比較的小さい概略等化部 1 1 を後段に配置するのが好適である。このように、反射率が大きい微調等化部 1 2 を光アイソレータ 3 0 の直後に配置することにより、下流側からのレイリ散乱に因る反射光を利得等化器 1 0 で反射して再び下流に出力されてしまうノイズ成分を小さくすることができる。反射が小さく損失が大きい概略等化部 1 1 を 2 回通過させることで微調等化部 1 2 の反射の影響を低減できるからである。

【 0 0 3 1 】

図 7 は、第 2 実施形態に係る光増幅装置 2 の構成図である。この図に示される光増幅装置 2 は、入力端 2 a に入力した所定の波長範囲内の信号光を光増幅して出力端 2 b から出力するものであり、入力端 2 a から出力端 2 b に向かって順に光増幅器 2 0、概略等化部 1 1 および微調等化部 1 2 を備えている。概略等化部 1 1 および微調等化部 1 2 は、本実施形態に係る等化部 1 0 に含まれる。

【 0 0 3 2 】

第 1 実施形態に係る光増幅装置 1 と比較すると、第 2 実施形態に係る光増幅装置 2 は、光増幅器 2 0 と利得等化器 1 0 との間に光アイソレータが設けられていない点、および、利得等化器 1 0 において概略等化部 1 1 が前段に設けられ微調等化部 1 2 が後段に設けられている点、で相違する。この光増幅装置 2 は、光アイソレータを設ける必要がないので、安価なものとなる。

【 0 0 3 3 】

この光増幅装置 2 では、入力端 2 a に入力した所定の波長範囲の信号光は、光増幅器 2 0 の光増幅用ファイバ 2 1 において光増幅された後に、利得等化器 1 0 により利得等化される。この光増幅装置 2 全体の利得スペクトルは、光増幅器 2 0 の利得スペクトルと利得等化器 1 0 の透過スペクトルとを総合したものとなる。光増幅器 2 0 の利得スペクトルを目標として、利得等化器 1 0 の損失スペクトルが設計され、各フィルタの透過スペクトルが設計されて、これにより、光増幅装置 2 の全体の利得スペクトルは所定の波長範囲で平坦化される。

【 0 0 3 4 】

利得等化器 1 0 へ入射した光の一部は、利得等化器 1 0 に含まれる概略等化部 1 1 および微調等化部 1 2 それぞれにより反射される場合があり、その反射光は上流側へ向かう。しかし、第 2 実施形態では、光増幅器 2 0 と利得等化器 1 0 との間に光アイソレータが設けられていないものの、利得等化器 1 0 において、反射率が比較的小さい概略等化部 1 1 が前段に設けられ、反射率が比較的大きい微調等化部 1 2 が後段に設けられていることにより、微調等化部 1 2 に因る反射光が概略等化部 1 1 により損失を被るので、増幅器 2 0 への反射光の入射が低減され、信号光の伝送品質の劣化が低減される。本構成は、下流側への反射の影響があまり重要ではなく低コストが重要なシステムに用いると好適である。

【 0 0 3 5 】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したとおり、本発明によれば、入力した光のスペクトルに対して、所定の波長範囲で概略等化部により概略的に平坦化し、所定の波長範囲のうち概略等化部により所定値以下に平坦化できない波長範囲で微調等化部により更に平坦化するので、良好な等化特性を有する。そして、概略等化部が微調等化部と比較して付与損失が大きく反射が小さいフィルタで構成されていることにより、良好な等化特性を有するものが容易に製造され得る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施形態に係る利得等化器 1 0 の構成図である。

【図 2】

長周期グレーティングの構成図である。

【図 3】

スラント型グレーティングの構成図である。

【図 4】

チャープ型グレーティングの構成図である。

【図 5】

本実施形態に係る利得等化器 1 0 の透過スペクトル等を示す図である。

【図 6】

第 1 実施形態に係る光増幅装置 1 の構成図である。

【図 7】

第 2 実施形態に係る光増幅装置 2 の構成図である。

【図 8】

フィルタ単体の透過スペクトルの 1 例を示す図である。

【図 9】

利得等化器の透過スペクトルの 1 例を示す図である。

【図 1 0】

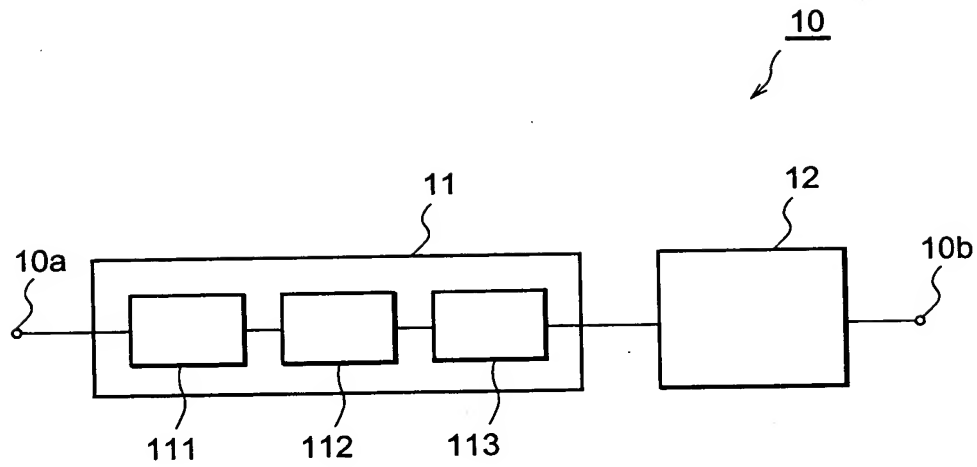
フィルタの最小帯域幅、利得等化器における信号光波長帯域幅および利得等化残差の 1 例を纏めた図表である。

【符号の説明】

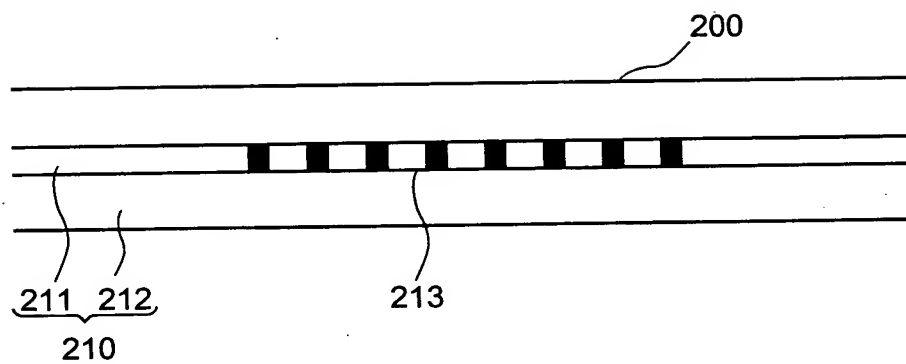
1, 2 … 光増幅装置、1 0 … 利得等化器、1 1 … 概略等化部、1 2 … 微調等化部、2 0 … 光増幅器、2 1 … 光増幅用ファイバ、2 2 … 光カプラ、2 … 励起光源、3 0 … 光アイソレータ、1 1 1 ~ 1 1 3 … フィルタ。

【書類名】 図面

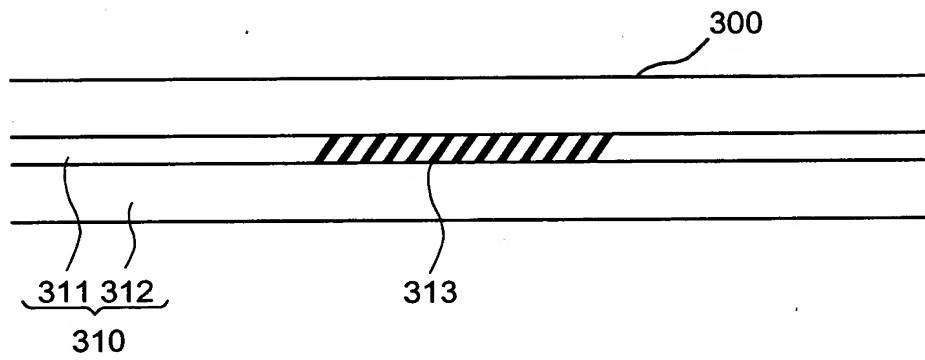
【図 1】



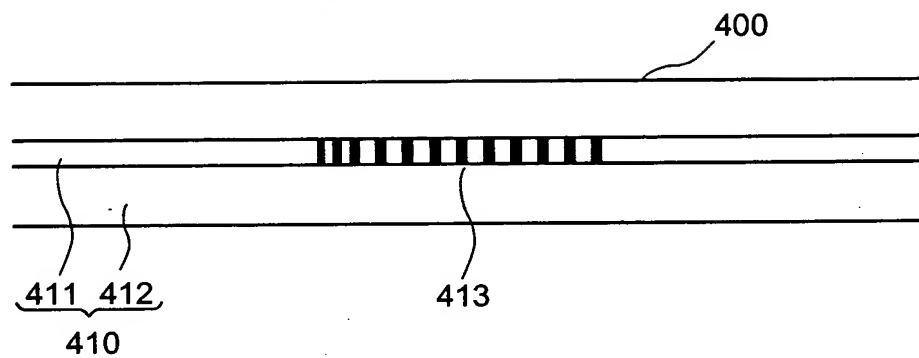
【図 2】



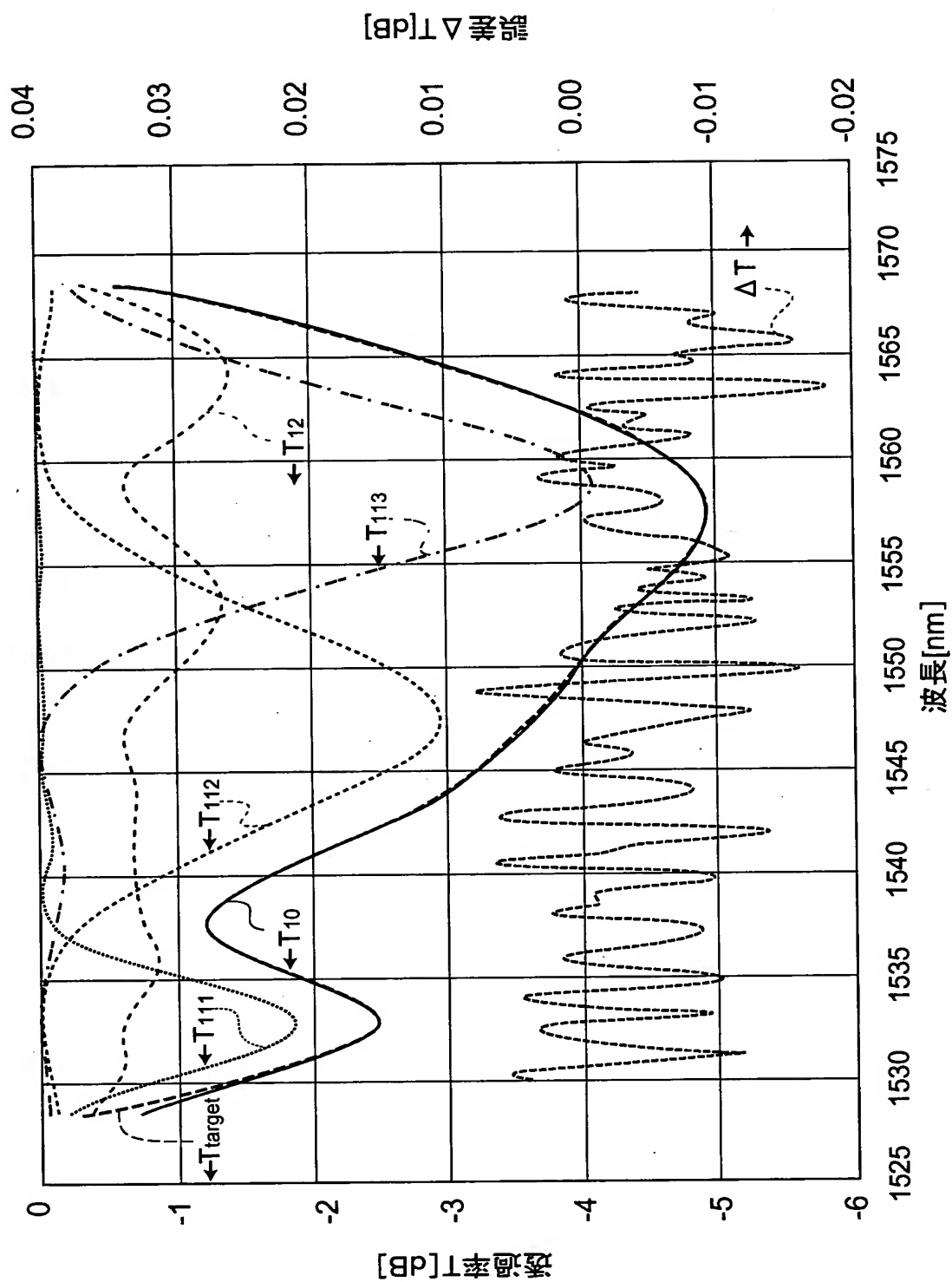
【図 3】



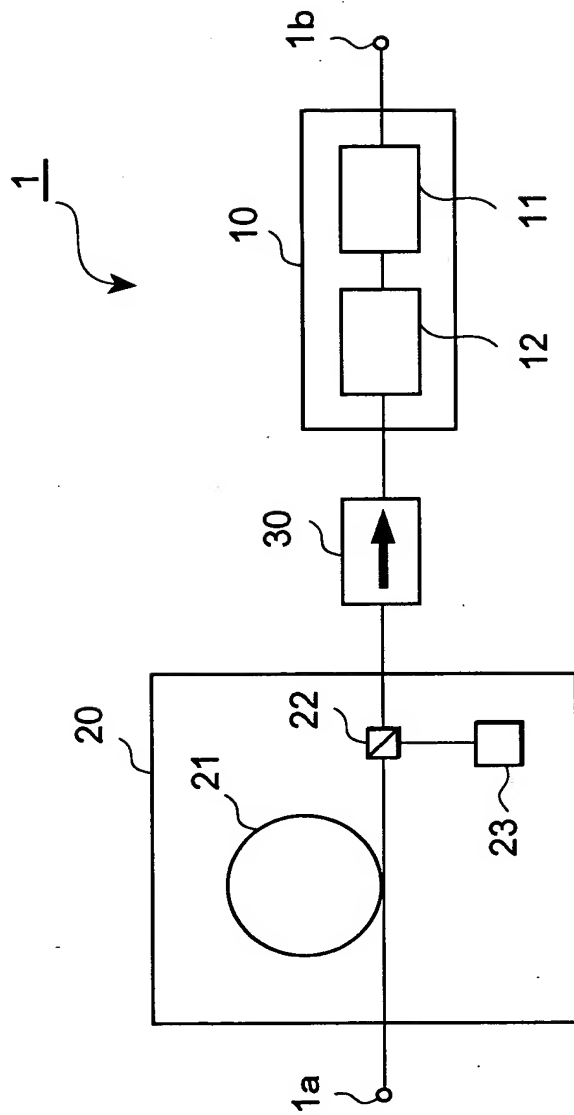
【図 4】



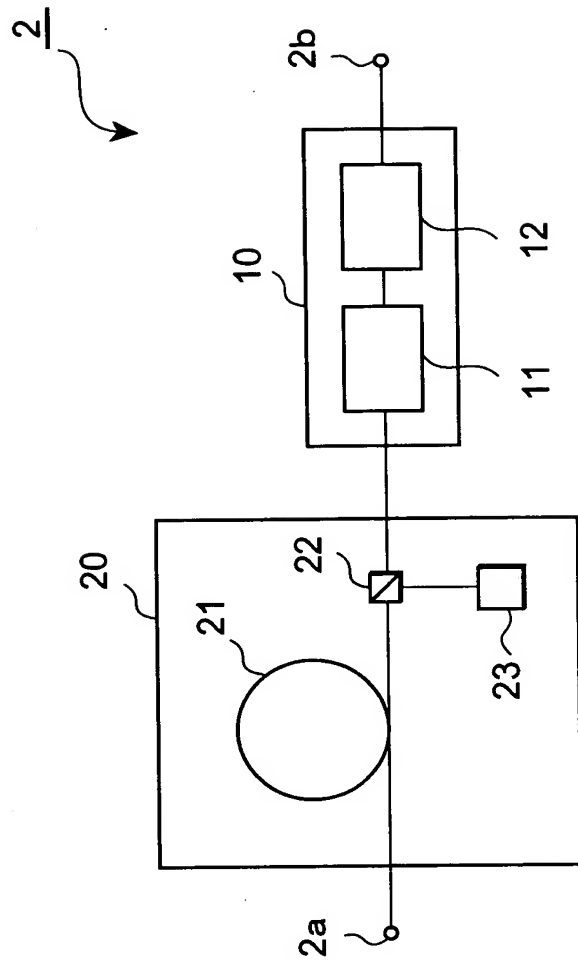
【図 5】



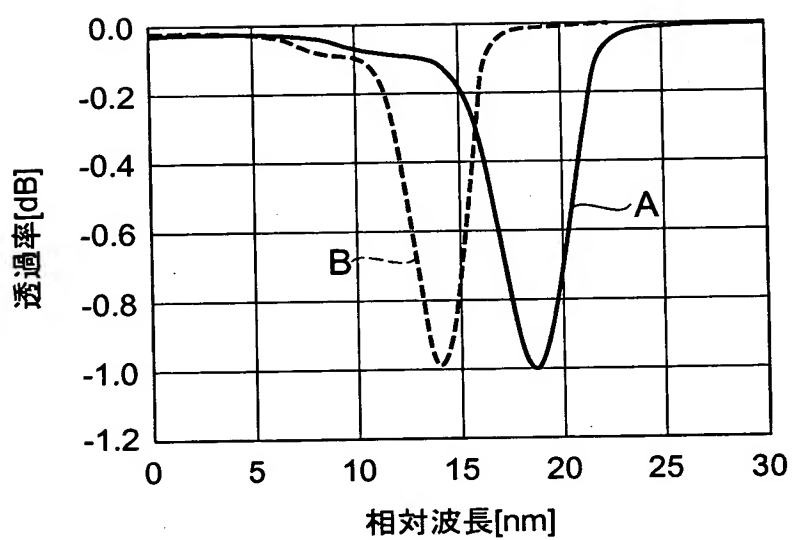
【図 6】



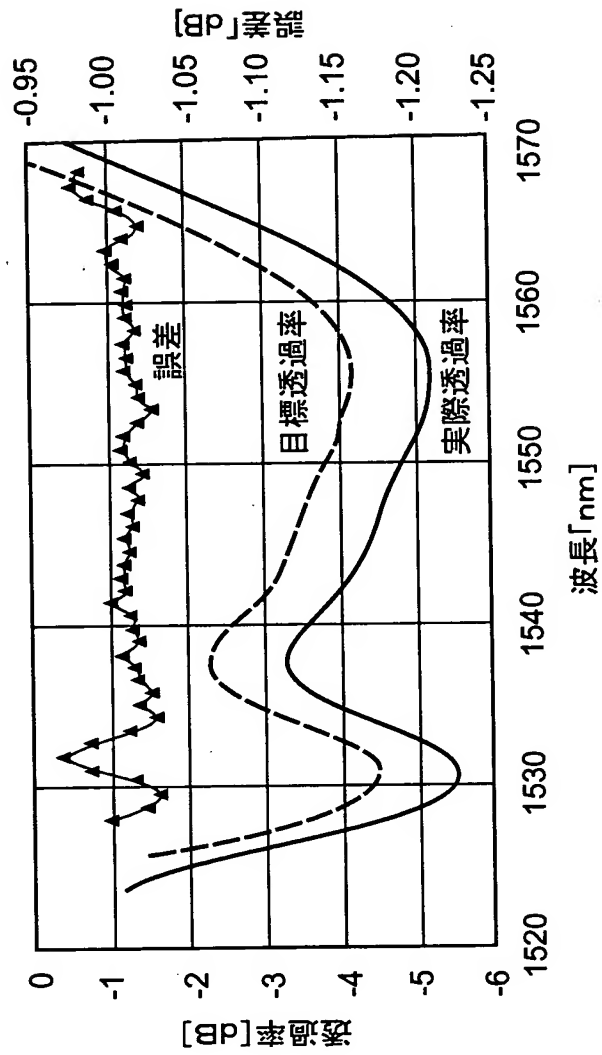
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 1 0】

信号光帯域幅\最小帯域幅	10.0nm	6.0nm
40nm	0.12dB	0.06dB
30nm	0.05dB	0.02dB

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 良好な等化特性を有し製造容易な利得等化器を提供する。

【解決手段】 利得等化器 1 0 は、入力端 1 0 a に入力した光のスペクトルを所定の波長範囲で平坦化して出力端 1 0 b から出力するものであり、入力端 1 0 a と出力端 1 0 b との間に直列的に接続された概略等化部 1 1 および微調等化部 1 2 を備えている。概略等化部 1 1 は、所定の波長範囲で光のスペクトルを概略的に平坦化する。この概略等化部 1 1 は微調等化部 1 2 と比較して付与損失が大きく反射が小さいフィルタ 1 1 1 ~ 1 1 3 で構成されている。微調等化部 1 2 は、所定の波長範囲のうち概略等化部 1 1 により所定値以下に平坦化できない波長範囲で光のスペクトルを更に平坦化する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002130]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

氏 名 住友電気工業株式会社